



## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

|      |   |  |
|------|---|--|
| АИИС | – | система автоматизированная информационно-измерительная   |
| ВП   | – | верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра   |
| ВСУ  | – | вспомогательная силовая установка  |
| ГТД  | – | газотурбинный двигатель  |
| ДИ   | – | диапазон измерений ИК, в пределах которого устанавливаются контрольные точки (меры), для которых определяются значения метрологических характеристик, и в которых выполняется их оценка на соответствие нормированным пределам допускаемой погрешности измерений |
| ИК   | – | измерительный канал (каналы)   |
| ИФП  | – | индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)  |
| КТ   | – | контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК                                  |
| МП   | – | методика поверки   |
| МХ   | – | метрологические характеристики   |
| НП   | – | нижний предел диапазона измерений  |
| НФП  | – | номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика)   |
| ПК   | – | персональный компьютер   |
| ПО   | – | программное обеспечение  |
| ПП   | – | первичный преобразователь (датчик)   |
| СИ   | – | средства измерений   |
| СП   | – | средства поверки (эталон) СИ или средства проверки технических характеристик СИ  |
| СТО  | – | стендовое технологическое оборудование   |

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002, приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) системы автоматизированной информационно-измерительной АСУ ТП ИС ВСУ «Сапфир-5» (далее по тексту – система, АИИС), предназначенной для измерений параметров технологических процессов стендовых испытаний ВСУ на стенде АО «Уральский Завод Гражданской Авиации», г. Екатеринбург.

АИИС является многоканальной измерительной системой, отнесенной в установленном порядке к средствам измерений, и подлежит государственному регулированию обеспечения единства измерений на всех этапах цикла, включая эксплуатацию.

АИИС включает в себя две группы измерительных каналов (ИК):

Первая: ИК физических величин, состоящих из первичных преобразователей (ПП), преобразующих измеряемые параметры в электрические величины с их последующим измерением и отображением на средствах вычислительной техники АРМ АИИС.

К данной группе относятся:

ИК давления барометрического абсолютного;

ИК расхода жидкостей и газов массового;

ИК давления избыточного и перепада давления жидких и газообразных сред, относительной влажности и температуры;

ИК температуры жидких и газообразных сред;

ИК виброускорения;

ИК силы постоянного тока.

Вторая: ИК электрических параметров, соответствующих значениям физических параметров, определяемых по градуировочным характеристикам ПП.

К данной группе относятся:

ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора двигателя;

ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных преобразователей термоэлектрического типа ХА (К);

ИК напряжения постоянного тока;

ИК силы постоянного тока.

Структура АИИС приведена на схеме МБДА.2400.0300.000 Е1.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1 СПОСОБЫ ПОВЕРКИ И НОРМИРОВАНИЯ МХ

### 1.1 Способы поверки

Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

### 1.2 Нормирование МХ

1.2.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84. Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004.

1.2.2 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом - для ИК по ГОСТ Р8.736-2011 и ОСТ 1 00487-83.

Нормирование поверки:

- количество КТ на ДИ ИК по МИ 2440-97.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

### 2.1 Перечень операций поверки

2.1.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке АИИС, приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

| Наименование операции  | Номер пункта документа по поверке | Проведение операции при |                       |
|--|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|  |                                   | первичной поверке       | периодической поверке |
| <i>1</i>   | <i>2</i>                          | <i>3</i>                | <i>4</i>              |
| 1 Внешний осмотр   | 8.1                               | +                       | +                     |
| 2 Опробование  | 8.2                               | +                       | +                     |
| 3 Определение метрологических характеристик ИК:  |                                   | +                       | +                     |
| 3.1 Определение абсолютной погрешности измерений давления барометрического абсолютного   | 8.4                               | +                       | +                     |
| 3.2 Определение относительной погрешности измерений расхода жидкостей и газов массового  | 8.5                               | +                       | +                     |
| 3.3 Определение абсолютной и приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного и перепада давления жидких и газообразных сред, относительной влажности и температуры | 8.6                               | +                       | +                     |
| 3.4 Определение относительной и приведенной (к ВП) погрешности измерений температуры жидких и газообразных сред  | 8.7                               | +                       | +                     |
| 3.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений виброускорения  | 8.8                               | +                       | +                     |
| 3.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока   | 8.9                               | +                       | +                     |

Продолжение Таблицы 1

| 1   | 2    | 3 | 4 |
|---|------|---|---|
| 3.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора  | 8.10 | + | + |
| 3.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных преобразователей термоэлектрического типа ХА(К) | 8.11 | + | + |
| 3.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока  | 8.12 | + | + |
| 3.10 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей давлению   | 8.13 | + | + |
| 4. Оформление результатов поверки   |      | + | + |

*Примечания:*

1 Допускается сокращенная поверка АИИС в соответствии с требованиями программ испытаний изделий, для измерительного контроля параметров которых она предназначена;

2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке АИИС.

**2.2 Операции и последовательность выполнения работ**

Поверку ИК выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;
- подготовка ИВК и ПО к поверке;
- проверка работоспособности (опробование) ИК;
- экспериментальные исследования (сбор данных) ИК;

**3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в Таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

| Ссылка на номер раздела МП                  | Наименование и тип (условное обозначение) основных или вспомогательных СП, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, основные и (или) метрологические и характеристики СП   |
|---|---|
| 8.6; 8.7; 8.9;<br>8.10; 8.11;<br>8.12; 8.13 | Калибратор процессов документирующий Fluke 753:<br>– диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 15 до 15 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0001 \cdot U + 0,0005 \text{ В})$ ;<br>– диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0.001 до 10000 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm(0,0001 \cdot R + 0,01) \text{ Ом}$ ; |

|      |   |
|------|---|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– диапазон воспроизведения силы постоянного тока от минус 0,1 до 22 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока <math>\pm(0,0001 \cdot I + 0,003 \text{ мА})</math>;</li> <li>– диапазон воспроизведения частоты от минус 0,1 до 50000 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты <math>\pm(0,01 \div 5 \text{ Гц})</math>;</li> <li>– диапазон измерения напряжения постоянного тока от 0 до 30 В, пределы основной допустимой погрешности измерений <math>\pm(0,02 \% + 0,0005 \text{ В})</math></li> </ul> |
| 8.8  | Виброустановка калибровочная портативная модели 9100D: <ul style="list-style-type: none"> <li>– диапазон воспроизведения виброускорения от 0 до 196 м/с<sup>2</sup>, пределы допускаемой основной погрешности <math>\pm 3 \%</math>;</li> <li>– диапазон воспроизведения частот виброускорений от 7 до 10000 Гц</li> </ul>  |
| 8.12 | Источник питания АКПП-1102: <ul style="list-style-type: none"> <li>– диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 36 В</li> </ul>   |

При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону воспроизведения или измерений требованиям настоящей методики.

При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

Используемые средства поверки должны быть поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на систему и входящие в её состав аппаратные и программные средства, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и имеющие достаточную квалификацию.

Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевыми Правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе по выполнению поверки допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на систему, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования стенда и с настоящей методикой;

– электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;

– работы по выполнению поверки АИИС должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Условия окружающей среды в помещении пультовой:

- температура воздуха, °С ..... от 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, при температуре 25 °С, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106.

6.2 Питание АИИС:

- напряжение питающей сети переменного тока, В .....  $230 \pm 23$ ;
- частота питающей сети, Гц .....  $50 \pm 1$ .

*Примечание – При выполнении поверок ИК АИИС условия окружающей среды для СП должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах на их эксплуатацию.*

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

**При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:**

– подготовить АИИС к работе. Порядок подготовки ИК описан в Руководстве по эксплуатации МБДА.2400.0300.000 РЭ.

– поверка производится с применением функции «Проверка» программы «Recorder». Интерфейс программы не требует специальных навыков поверителя (требуется лишь задать количество контрольных точек и значения сигналов в этих точках, а затем следовать указаниям программы). По окончании поверки формируется файл отчета в виде протокола поверки в формате документа .rtf. Форма протокола поверки приведена в Приложении А.

7.1.1 Запустить программу управления комплексами МИС «Recorder». Появится основное окно программы, показанное на Рисунке 1.

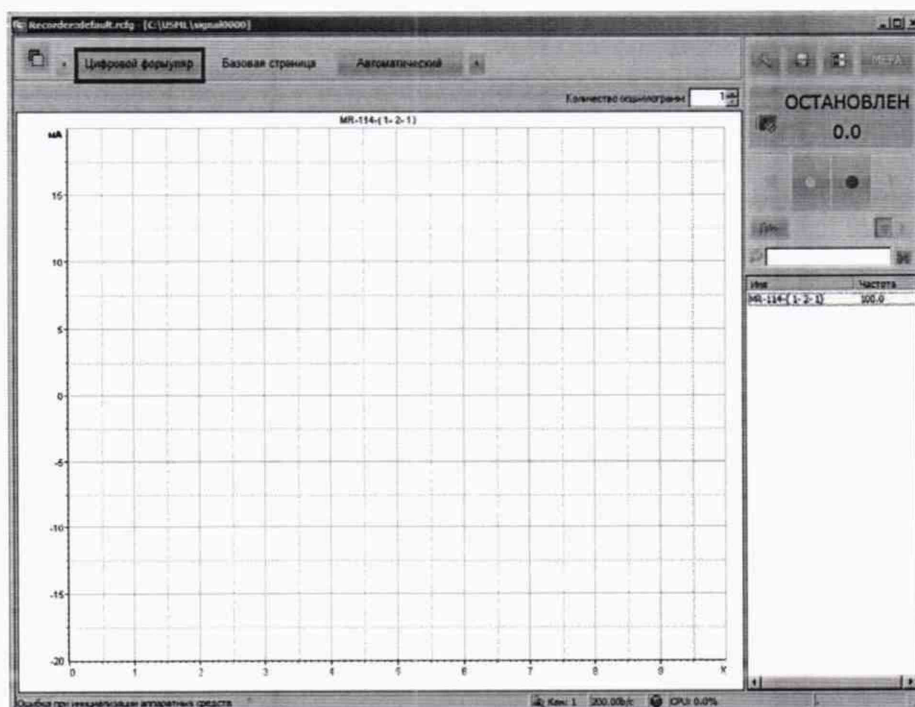


Рисунок 1 – Основное окно программы

Затем нажать на кнопку «Цифровой формуляр», выделенную на Рисунке 1 красным цветом. Откроется окно цифровых формуляров, показанное на Рисунке 2.

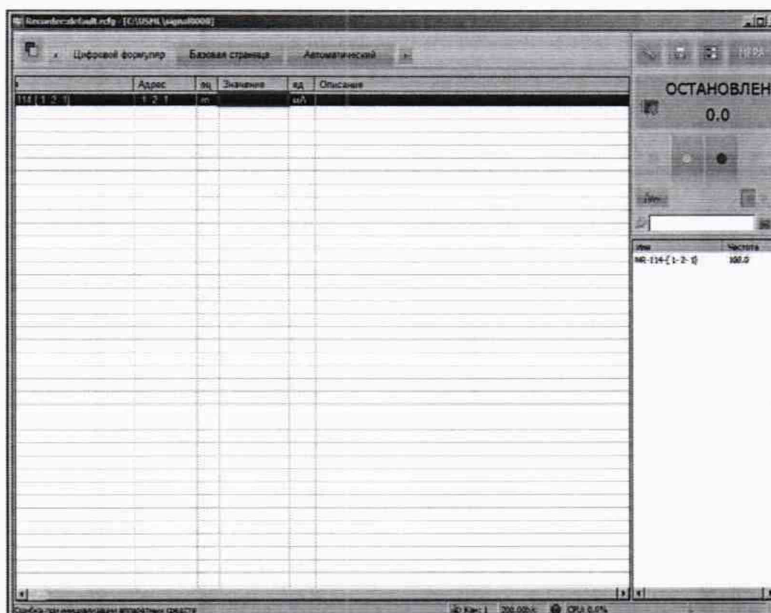



Рисунок 2 – Окно программы «Цифровой формуляр»

7.1.2 Настроить программу управления комплексами МПС «Recorder», для чего выполнить следующие операции:

- в соответствии с пунктом 7.1.1 выделить в окне «Цифровой формуляр» ИК, подлежащий поверке;
- открыть диалоговое окно «Свойства»;
- в открывшемся диалоговом окне «Настройка канала...», представленном на Рисунке 3, в разделе «Канальная ГХ» нажать кнопку  «Калибровка канала»;
- в открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на Рисунке 4 **Ошибка! Не указано имя закладки.**, выбрать в разделе «Произвести...», «поверку», «стандартная», нажать кнопку «Далее»;

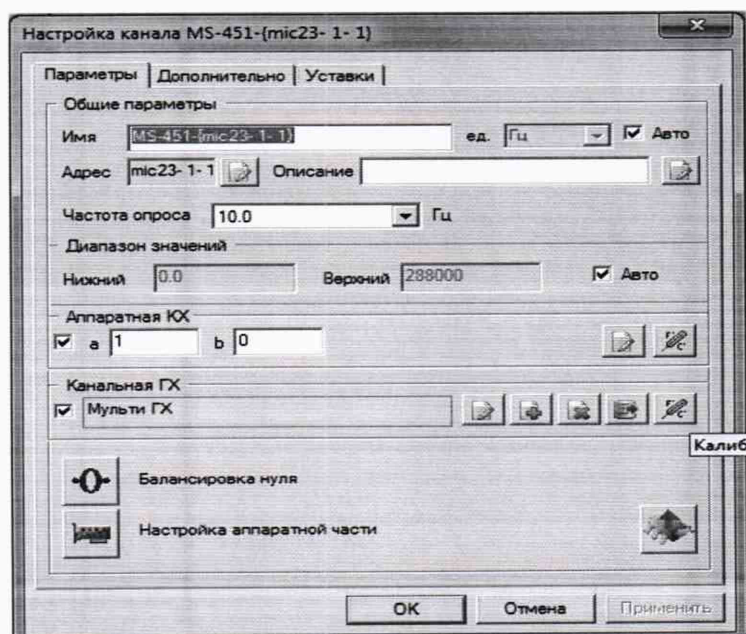




Рисунок 3 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

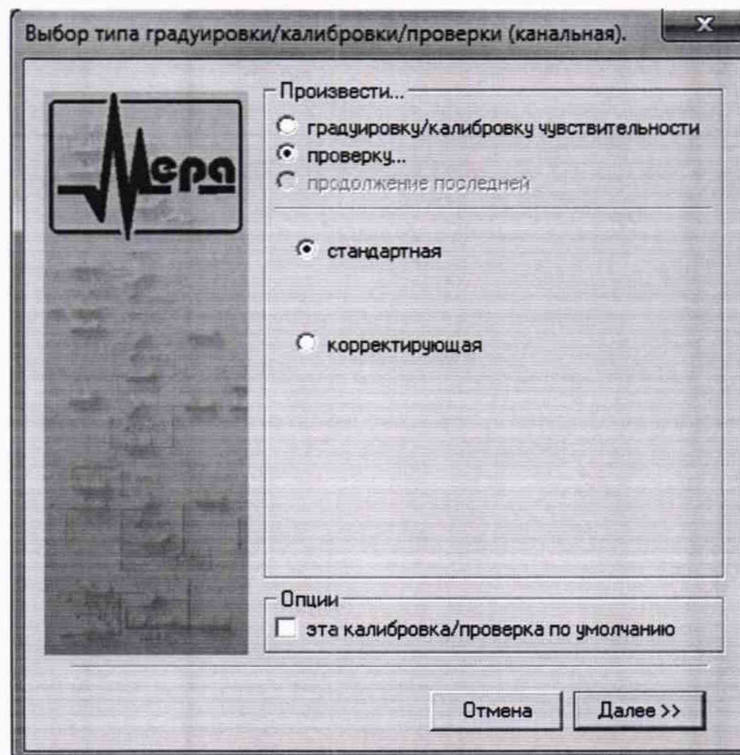


Рисунок 4 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/поверки (канальная)»

– в диалоговом окне «Параметры поверки (канальная)», представленном на Рисунке 5, установить следующие значения:

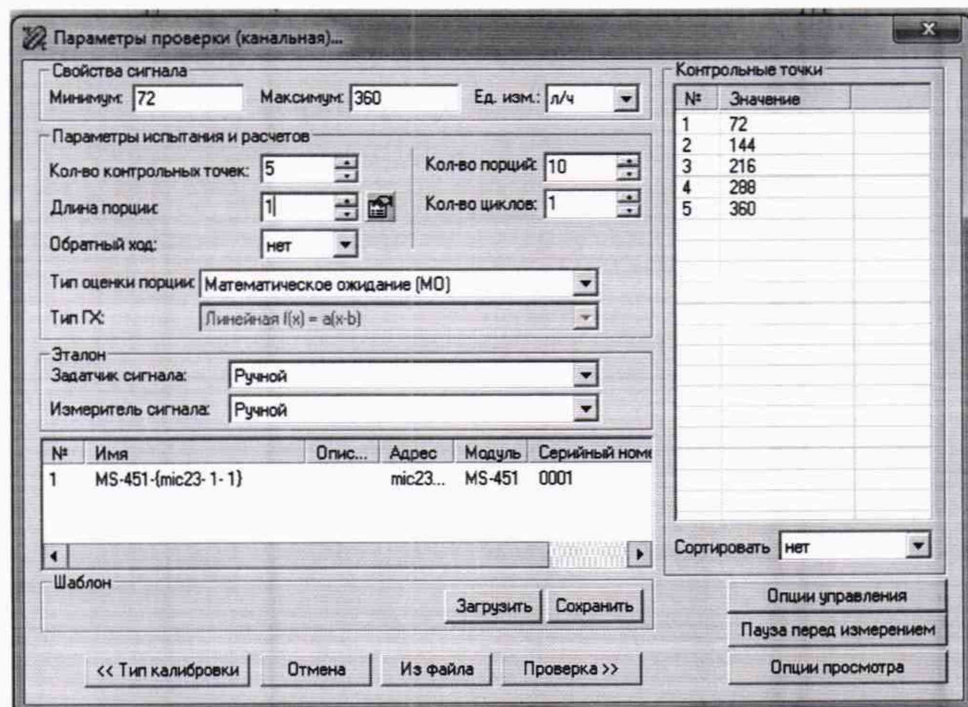


Рисунок 5 – Вид диалогового окна «Параметры поверки (канальная)»

– в разделе «Свойства сигнала» в поле «Минимум» – значение нижнего предела диапазона измерения, в поле «Максимум» – значение верхнего предела диапазона измерений, в поле «Ед. изм» – единицы измерения поверяемого ИК;

– в разделе «Параметры поверки (канальная)» в поле «Количество контрольных точек» – выбранное количество точек: 5 или 6, в поле «Длина порции» – число, соответствующее «Количеству точек усреднения» (диалоговое окно «Настройка канала...» во вкладке «Дополнительно»), в поле «Количество порций» – заданное количество порций – 5, в поле «Количество циклов» – 1, в поле «Обратный ход» – нет, в поле «Тип оценки порции» – математическое ожидание;

– в разделе «Эталон» в поле «Задатчик сигнала» – ручной, в поле «Измеритель сигнала» – ручной;

– поле «Контрольные точки» заполняется автоматически с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерения, включая начало и конец диапазона, но в случае необходимости значения контрольных точек следует отредактировать. Для запуска процесса поверки необходимо нажать кнопку «Поверка»;

Из диалогового окна «Настройка завершена», вид которого представлен на Рисунке 6, нажав кнопку «Поверка», выйти в диалоговое окно «Измерение», вид которого представлен на Рисунке 7;

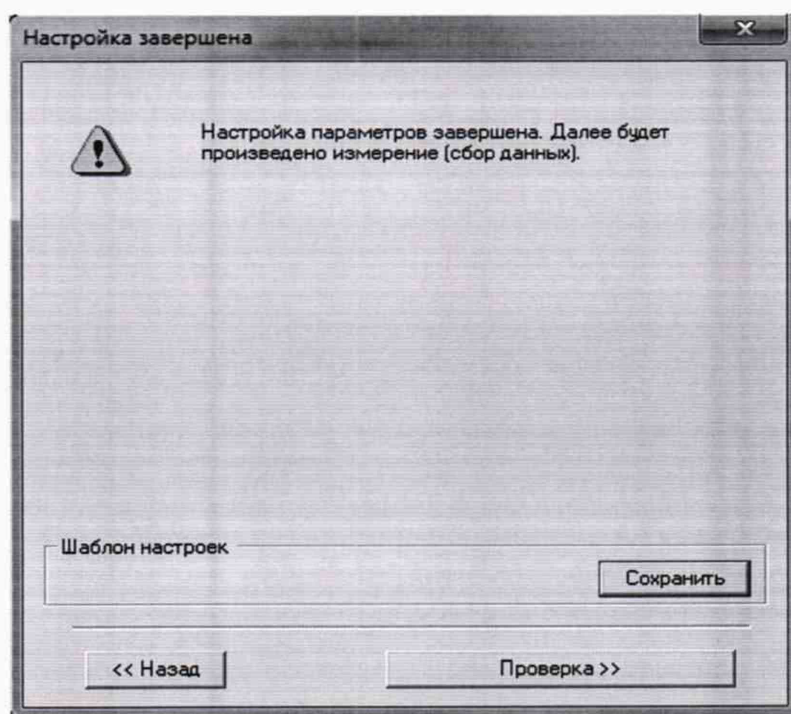


Рисунок 6 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

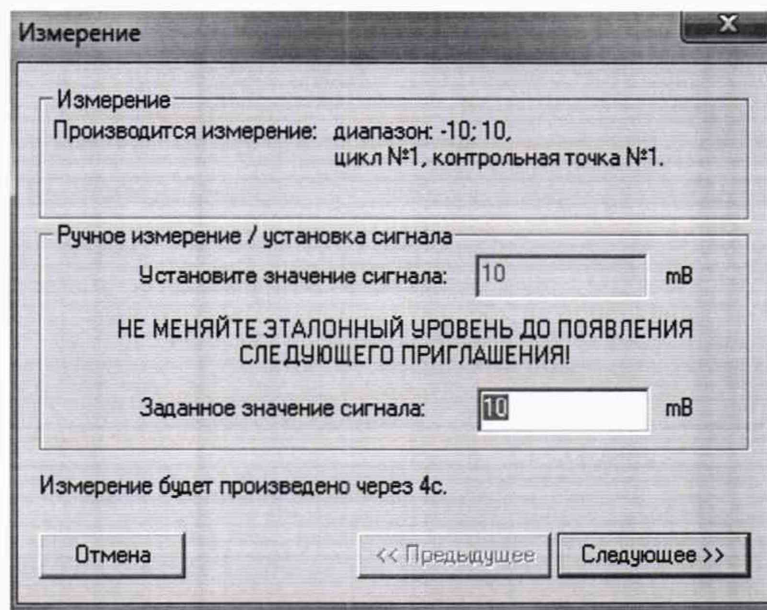


Рисунок 7 – Вид диалогового окна «Измерение»

Измерение заданного сигнала выполняется при нажатии кнопки «Следующее».

После измерения последней контрольной точки в диалоговом окне «Измерение завершено» нажать кнопку «Расчет», выйти в диалоговое окно «Обработка и просмотр измеренных данных» и, работая в диалоговом режиме, сформировать протокол поверки, внося данные в окно «Настройка параметров протокола», показанное на Рисунке 8.

Для расчета приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности, поставить отметку напротив пункта «Приведенная погрешность» и на вкладке «Диапазон» выбрать пункт «Диапазон измерения».

После сохранения и просмотра протокола поверки завершить поверку и с помощью кнопки «ОК» выйти из диалогового окна «Настройка канала».

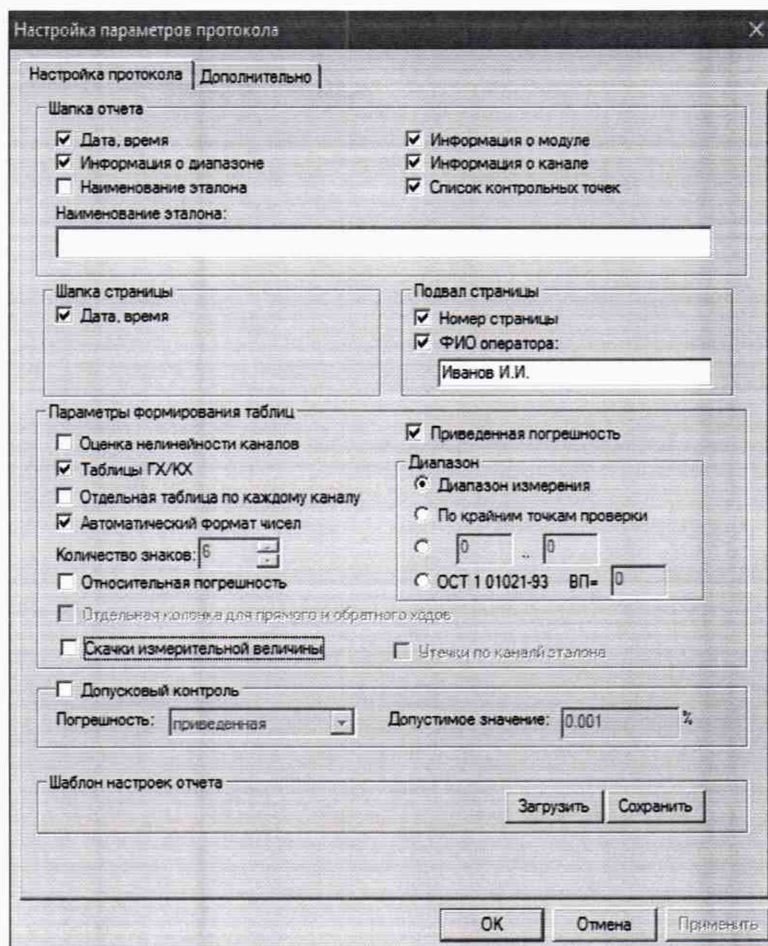


Рисунок 8 – Окно «Настройка параметров протокола».

Протокол обработки результатов измерений формируется в виде файла и (или) выводится на печать принтером. Форма протокола приведена в Приложении А.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого ИК АИИС следующим требованиям:

- комплектность ИК АИИС должна соответствовать формуляру;
- маркировка ИК АИИС должна соответствовать требованиям проектной и эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК системы не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами;
- экранирование кабелей и проводов должно быть соединено между собой и с заземляющим контуром в соответствии с электрическими схемами.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 8.1.1. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

### **8.2 Опробование**

#### **8.2.1 Идентификация ПО**

Для проверки наименования и версии метрологически значимого ПО выполнить следующие операции:

- запустить программу управления комплексами МИС «Recorder»;
- в открывшемся главном окне программы щелчком правой кнопки «мыши» по пиктограмме в левом верхнем углу открыть контекстное меню «О программе»;
- щелчком левой кнопки «мыши» открыть информационное окно программы.

Убедиться в соответствии характеристик в информационном окне программы Recorder, представленном на Рисунке 9, характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:

- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии scales.dll – 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор – 24CBC163.

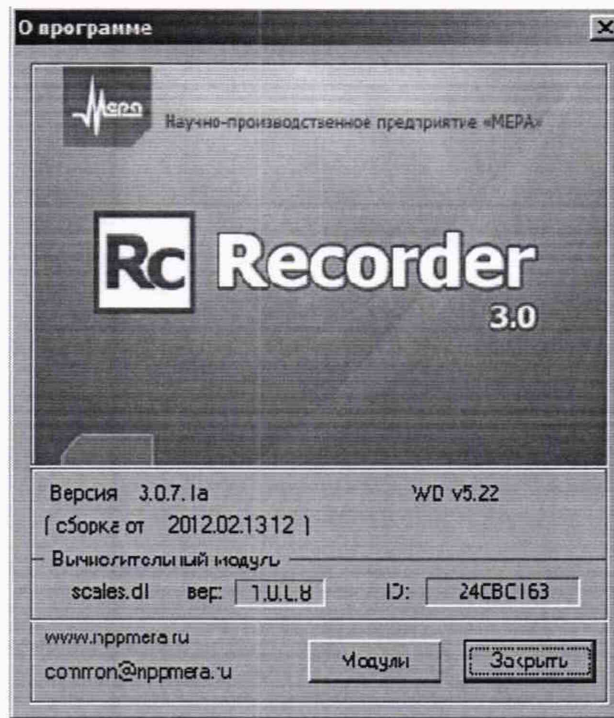


Рисунок 9 – Вид информационного окна программы «Recorder»

8.2.2 Для проверки работоспособности поверяемых ИК системы запустить программу «Recorder», в правом верхнем углу окна программы нажать на кнопку «Мера» и в появившемся выпадающем меню – «Самотестирование» как показано на Рисунке 10.

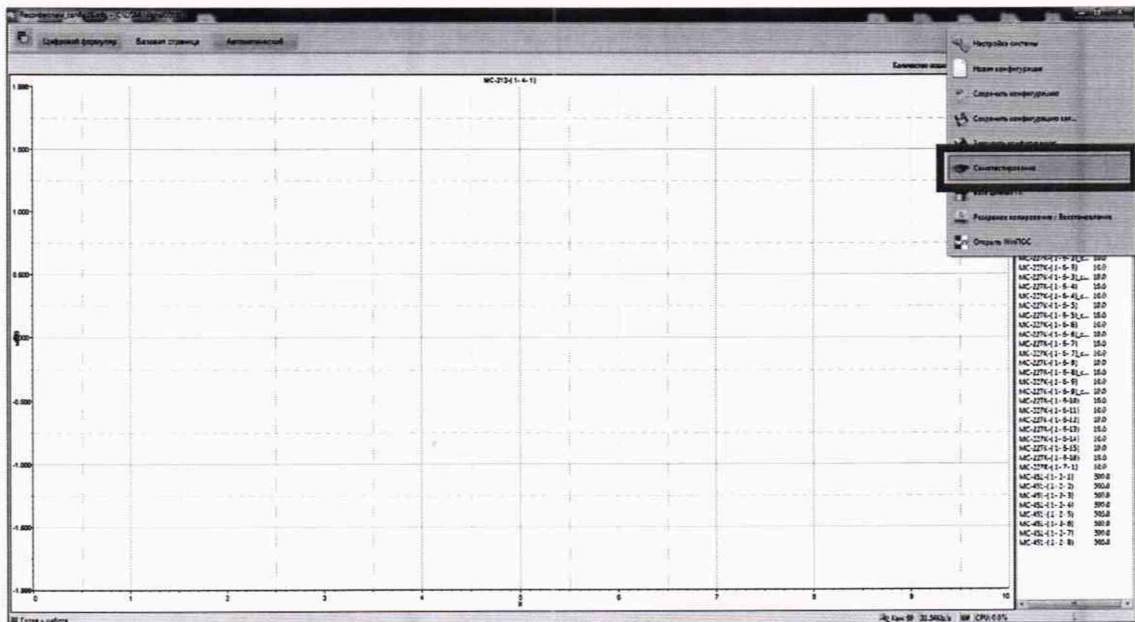


Рисунок 10 – Включение режима «Самотестирование»

8.2.3 В появившемся окне «Самодиагностика оборудования» выберете измерительные модули ИК, которые необходимо протестировать. По умолчанию тестируются все измерительные модули. Для запуска процесса тестирования необходимо нажать на кнопку «Тест». Окно «Самодиагностики оборудования» показано на Рисунке 11.

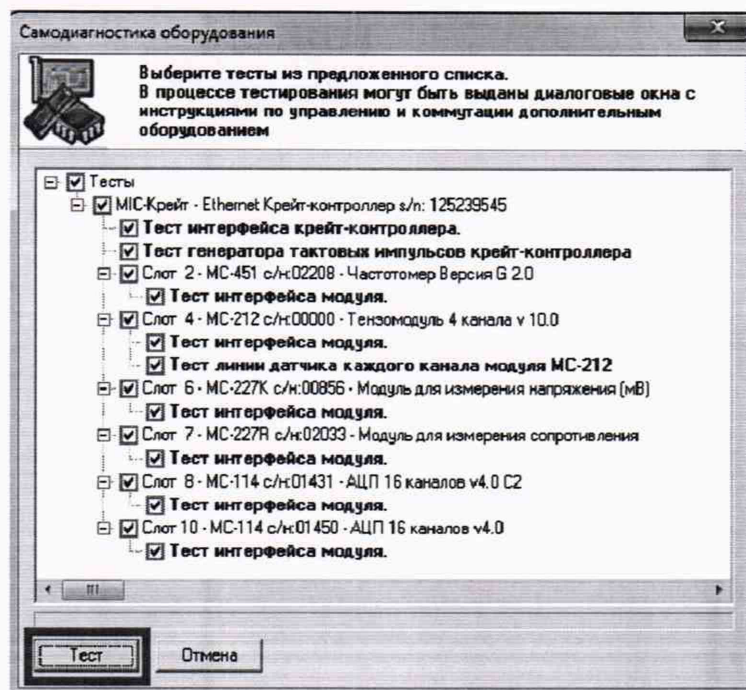


Рисунок 11 – Вид окна выбора оборудования, подлежащего самодиагностике

При исправном функционировании измерительных модулей всех ИК по окончании самодиагностики появляется окно, показанное на Рисунке 12.

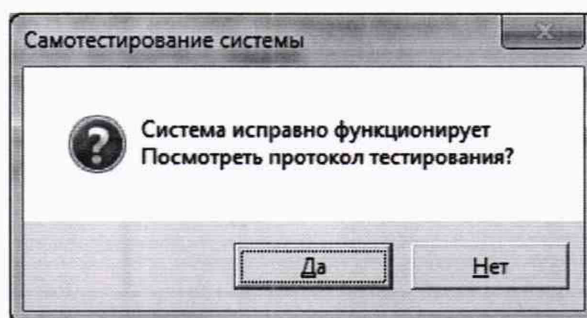


Рисунок 12 – Вид окна с сообщением о исправном функционировании измерительных модулей

8.2.4 ИК признается работоспособным, если самотестирование системы прошло успешно и отображается информация ИК соответствует действующими значениями измеряемых величин.

### 8.3 Определение метрологических характеристик ИК

8.3.1 Проверку проводить комплектным и поэлементным способом.

### 8.4 Определение абсолютной погрешности измерений давления барометрического абсолютного

8.4.1 Поверку ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью проверки функционирования.

- Для контроля (оценки) ПП, проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование

согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту.

– Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относительно к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допустимых пределах.

*Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или его описанием типа.*

– Схема ИК давления барометрического абсолютного показана на Рисунке 13.

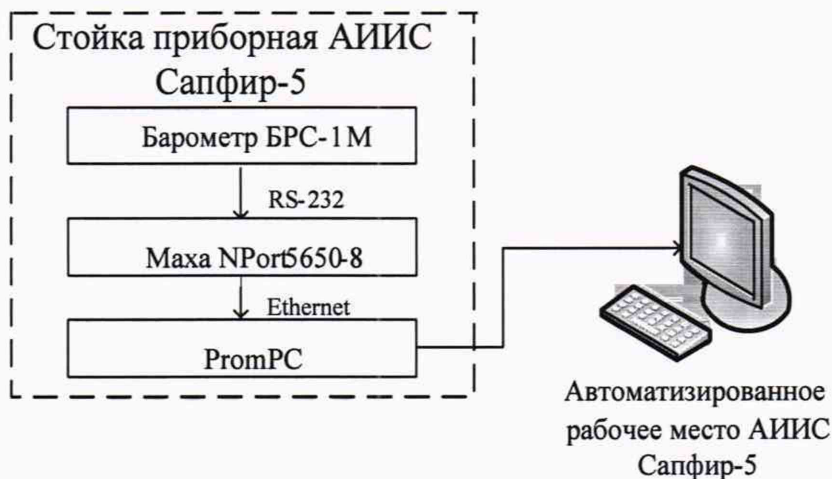


Рисунок 10 – Схема ИК давления барометрического абсолютного

– Поверку электрической части ИК давления барометрического абсолютного выполнить в следующей последовательности.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для ИК абсолютного давления воздуха проверить канал на функционирование. Показания в программе «Recorder» должны совпадать с показаниями на индикаторе барометра БРС-1М. Завершить работу программы.

– Барометры БРС-1М на выходе выдают сигнал в цифровом виде, который обрабатывается средствами ВТ. Электрическая часть канала в поверке не нуждается. Абсолютная погрешность измерительного канала равна абсолютной погрешности первичного преобразователя.

8.4.2 Результаты поверки ИК давления барометрического абсолютного считать положительными если:

– ПП поверен, имеет действующее свидетельство о поверке, максимальная основная и дополнительная погрешности измерений для заданных условий эксплуатации, не превышает  $\pm 67$  Па;

– канал АИИС измерения давления барометрического абсолютного исправен и его показания совпадают с показаниями на индикаторе барометра БРС-1М.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.5 Определение относительной погрешности измерений расхода жидкостей и газов массового

8.5.1 Поверку ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

– 2 этап – поверку электрической части ИК с целью проверки функционирования.

– Для контроля (оценки) ПП, проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование согласно



сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту.

– Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относительно к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

*Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или его описанием типа.*

– Схема ИК расхода жидкостей и газов массового показана на Рисунке 14.

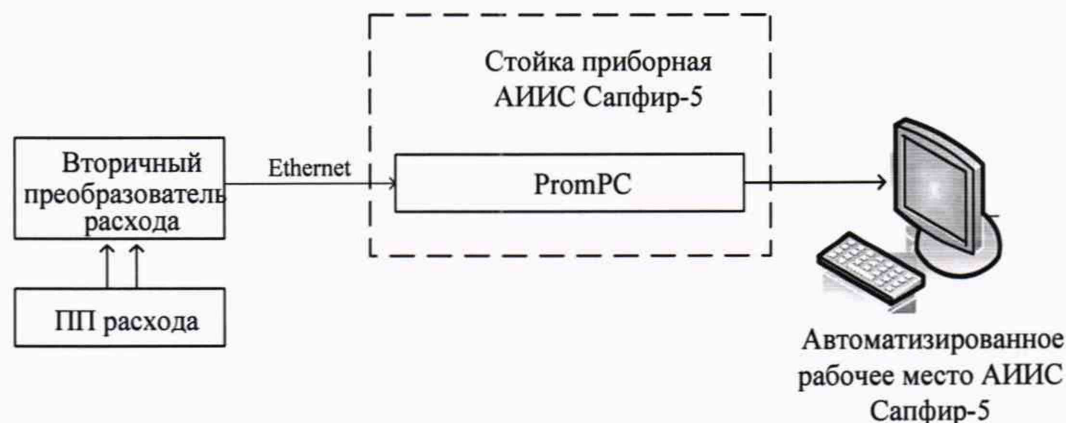


Рисунок 14 – Схема ИК расхода жидкостей и газов массового

– Поверку электрической части ИК расхода жидкостей и газов массового выполнить в следующей последовательности.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для ИК расхода жидкостей и газов массового проверить канал на функционирование. Показания в программе «Recorder» должны совпадать с показаниями на индикаторах вторичных преобразователей массовых расходомеров. Завершить работу программы.

– Вторичные преобразователи массовых расходомеров на выходе выдают сигнал в цифровом виде, который обрабатывается средствами ВТ. Электрическая часть канала в поверке не нуждается. Относительная погрешность измерительного канала равна относительной погрешности первичного преобразователя.

8.5.2 Результаты поверки ИК расхода жидкостей и газов массового считать положительными если:

– ПП поверен, имеет действующее свидетельство о поверке, максимальная основная и дополнительная относительная погрешности измерений для заданных условий эксплуатации, не превышает  $\pm 0,7\%$  для ИК: Гтк вх и Гтк вых, а для Qотб в диапазоне от 0,14 до 0,28 кг/с –  $\pm 1,5\%$  и в диапазоне от 0,28 до 0,5 кг/с –  $1,0\%$

– канал АИИС измерения расхода жидкостей и газов исправен, и его показания совпадают с показаниями на индикаторе вторичного преобразователя массового расходомера.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### **8.6 Определение абсолютной и приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры**

8.6.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.
- Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

- Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относительно к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допустимых пределах.

*Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или данными из «Описания типа» ПП. Данное примечание распространяется на все ПП*

- Поверку электрической части ИК измерений избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры выполнить в следующей последовательности.

Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 11, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор Fluke 753. Включить питание

АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры установить значения в соответствии с Таблицей 3.

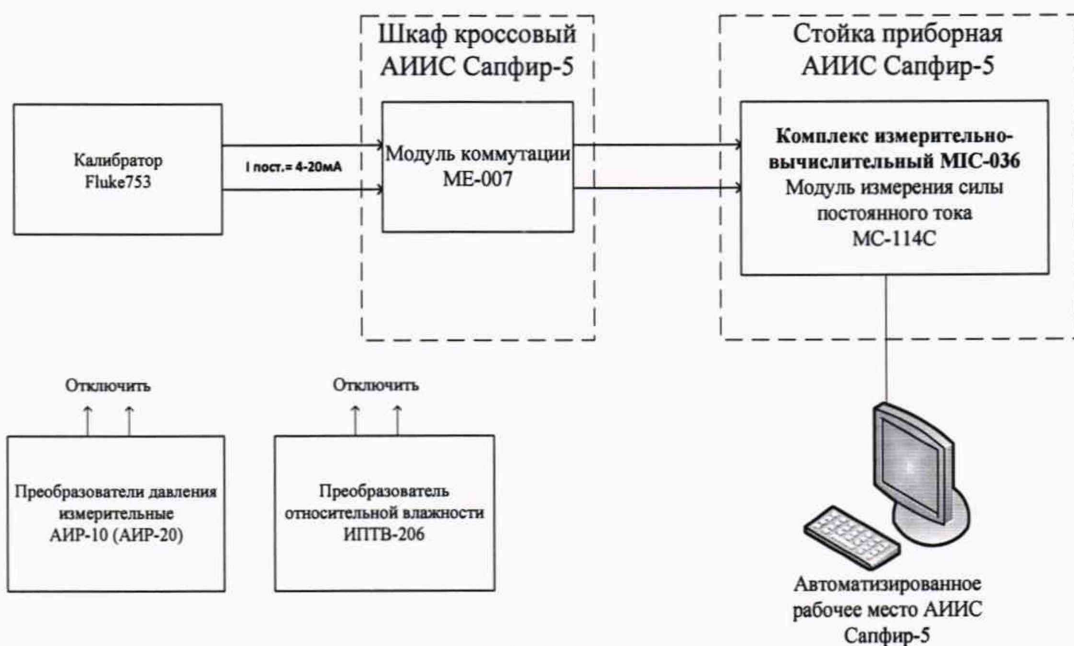


Рисунок 12 – Схема поверки ИК избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры

Таблица 3 – Контрольные точки измерения избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры

| Наименование параметра ИК | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, п | Номинальные значения тока в КТ, мА |
|---------------------------|-------------|----------|----------|---------------------------|------------------------------------|
| 1                         | 2           | 3        | 4        | 5                         | 6                                  |
|                           |             |          |          |                           |                                    |

| 1   | 2   | 3   | 4      | 5 | 6                           |
|---|-----|-----|--------|---|-----------------------------|
| Давление воздуха за компрессором избыточное<br>(Параметр: $P_k$ )   | кПа | 0   | 392,27 | 5 | 4; 6,67; 9,34; 12;<br>14,67 |
| Давление отбираемого воздуха избыточное<br>(Параметр: $P^*_{отб}$ )   | кПа | 0   | 392,27 | 5 | 4; 6,67; 9,34; 12;<br>14,67 |
| Давление топлива на входе в ГВ избыточное<br>(Параметр: $P_{T1}$ )  | МПа | 0   | 1,57   | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Давление топлива на выходе из ГВ избыточное<br>(Параметр: $P_{T2}$ )  | МПа | 0   | 1,57   | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Давление топлива на входе в топливный фильтр ЛУН 7615-8 избыточное<br>(Параметр: $P_{T\text{ вх}}$ )                  | кПа | 0   | 196,13 | 5 | 4; 7,2; 10,4; 13,6;<br>16,8 |
| Давление топлива на выходе из топливного насоса избыточное<br>(Параметр: $P_{T\text{ ТН}}$ )                          | МПа | 0   | 1,57   | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Давление масла на выходе из распределителя масла избыточное<br>(Параметр: $P_M$ )                                     | кПа | 0   | 588,39 | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Давление масла на входе в распределитель масла избыточное<br>(Параметр: $P_{M\text{ вх } P_M}$ )                      | кПа | 0   | 588,39 | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Перепад между атмосферным давлением и полным давлением воздуха на входе в ГВ<br>(Параметр: $\Delta P_{\text{бокс}}$ ) | кПа | 0   | 2,45   | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Относительная влажность воздуха в боксе<br>(Параметр: $\eta_{\text{бокс}}$ )  | %   | 0   | 100    | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |
| Температура воздуха в боксе<br>(Параметр: $t_{\text{бокс}}$ )   | °С  | -40 | 50     | 5 | 4; 8; 12; 16; 20            |

– Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений постоянного тока, мА, в соответствии с Таблицей 3.

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную приведенную к ВП погрешность измерений по формулам (1) и (4). Перевести абсолютную погрешность из электрических величин в физические по формуле (5).

8.6.2 Результаты поверки ИК избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления, относительной влажности, температуры, считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допусках:

±50 Па для ИК:  $\Delta P_{\text{бокс}}$

±3 % для ИК:  $\eta_{\text{бокс}}$

$\pm 0,5$  °С для ИК: тбокс

$\pm 0,3$  % от ВП для ИК: Рк; Р\*отб

$\pm 1,0$  % от ДИ для остальных ИК. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.7 Определение относительной и приведенной (к ВП) погрешности измерений температуры жидких и газообразных сред

8.7.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.7.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

- Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке (протокола определения действительных МХ (сертификата о калибровке)).

*Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП.*

- После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя температуры установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

- Поверку электрической части ИК температуры жидких и газообразных сред провести в следующей последовательности.

- Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 16, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder».

- Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 4 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения сопротивления в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в омах в соответствии с Таблицей 4.

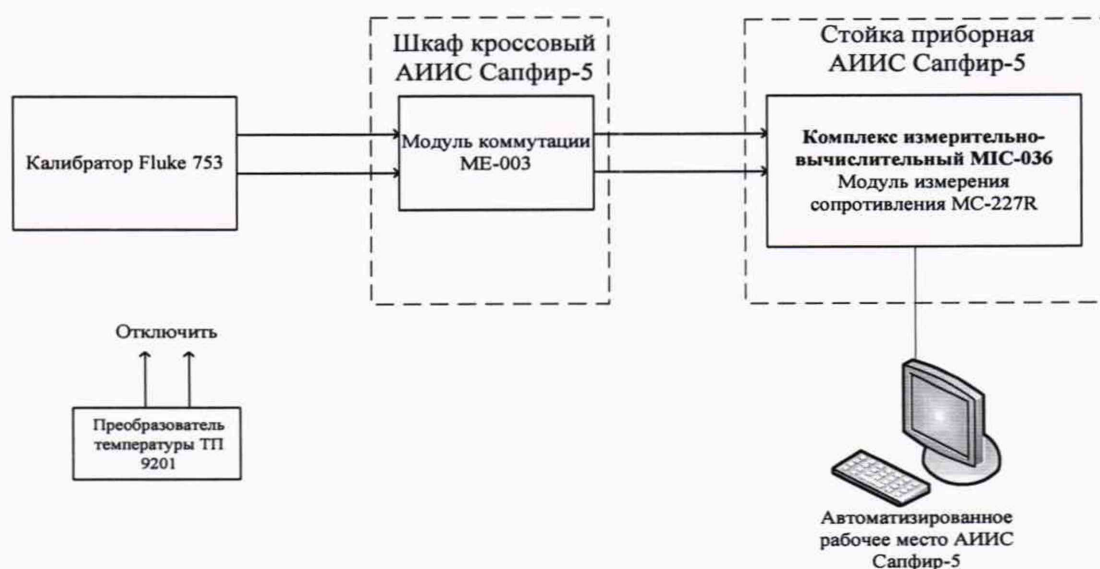


Рисунок 16 – Схема поверки ИК температуры жидких и газообразных сред

Таблица 4 – Контрольные точки измерения температуры жидких и газообразных сред

| Наименование ИК (измеряемого параметра)  | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, п | Номинальные значения температуры в КТ, $x_k$ | Номинальные значения сопротивления на выходе ПП в КТ |
|--|-------------|----------|----------|---------------------------|--|--|
| Температура воздуха на входе в ГВ<br>(Параметры: $t_{n1}$ , $t_{n2}$ , $t_{n3}$ , $t_{n4}$ ) | К           | 223      | 373      | 6                         | 223; 253; 283; 313; 343; 373                 | 80; 92,04; 103,96; 115,78; 127,50; 139,11            |
| Температура отбираемого воздуха<br>(Параметр: $t^*отб$ )                                     |             | 273      | 523      | 6                         | 273; 323; 373; 423; 473; 523                 | 100; 119,70; 139,11; 158,22; 177,04                  |
| Температура топлива перед топливным фильтром ЛУН7615-8<br>(Параметр: $t_{т вх}$ )            | °С          | -50      | 100      | 6                         | -50; -20; 10; 40; 70; 100                    | 80; 92,04; 103,96; 115,78; 127,50; 139,11            |
| Температура топлива на входе в ГВ<br>(Параметр: $t_{т1}$ )                                   |             | -50      | 100      | 6                         | -50; -20; 10; 40; 70; 100                    | 80; 92,04; 103,96; 115,78; 127,50; 139,11            |
| Температура топлива на выходе из ГВ<br>(Параметр: $t_{т2}$ )                                 |             | -50      | 100      | 6                         | -50; -20; 10; 40; 70; 100                    | 80; 92,04; 103,96; 115,78; 127,50; 139,11            |
| Температура слива топлива после обратного клапана LUN 7354-8<br>(Параметр: $t_{твых}$ )      |             | -50      | 100      | 6                         | -50; -20; 10; 40; 70; 100                    | 80; 92,04; 103,96; 115,78; 127,50; 139,11            |
| Температура масла на выходе из маслобака<br>(Параметр: $t_m$ )                               |             | -50      | 200      | 6                         | -50; 0; 50; 100; 150; 200                    | 80,31; 100; 119,40; 138,51; 157,33; 175,86           |

После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1), (2) и (4).

8.7.3 Результаты поверки ИК температуры, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с первичным преобразователем, погрешности измерений для каждого ИК находится в допустимых пределах  $\pm 1$  % от ВП, а для ИК:  $t_{n1}$ ,  $t_{n2}$ ,  $t_{n3}$ ,  $t_{n4}$ ,  $t^*отб$ .  $\pm 0,3$  % от ИЗ

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений виброускорения

8.8.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.8.2 Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 17, для чего закрепить датчик виброускорения на рабочей площадке виброустановки калибровочной портативной модели 9100D.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder».

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 5 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать для каждого значения частоты и виброускорения с помощью виброустановки калибровочной портативной модели 9100D, в соответствии с Таблицей 5.

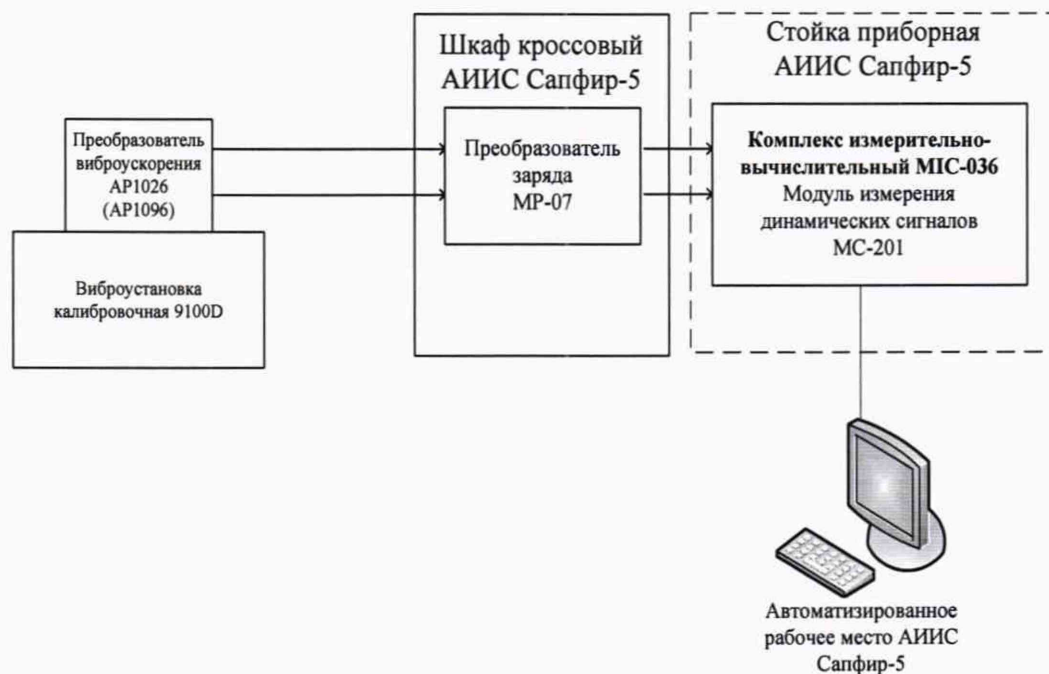


Рисунок 13 - Схема поверки ИК виброускорения

Таблица 5 – Контрольные точки измерения виброускорения

| Наименование ИК<br>(измеряемого параметра) | Размерность | ДИ ИК |    | Количество КТ на ДИ ИК, n | Номинальные значения виброускорения в КТ, (g) | Номинальные значения частоты в КТ, (Гц) |
|--|-------------|-------|----|---------------------------|---|---|
|  |             | НП    | ВП |                           |   |   |
| Виброускорение<br>(Параметры: g1...g7)     | g           | 0     | 10 | 5                         | 0; 2,5; 5; 7,5; 10                            | 100; 200; 400; 800; 1000                |

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.8.3 Результаты поверки ИК виброускорения считать положительными, если относительная погрешность для каждого ИК находится в допустимых пределах  $\pm 10\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока

8.9.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;

- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.9.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

- Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь

видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

*Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП.*

– После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя тока установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

– Поверку электрической части ИК силы постоянного тока провести в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 18, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для ИК силы постоянного тока установить значения в соответствии с Таблицей 6.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 6 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в вольтах в соответствии с Таблицей 6.

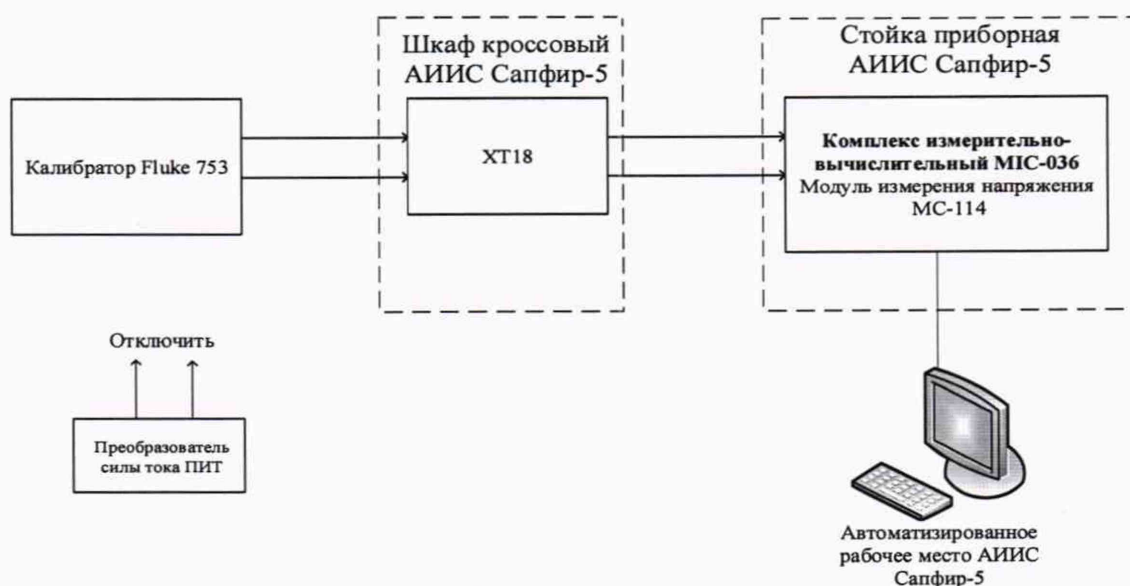


Рисунок 18 – Схема поверки ИК силы постоянного тока

Таблица 6 – Контрольные точки измерения силы постоянного тока

| Наименование ИК (измеряемого параметра)  | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, n | Номинальные значения тока в КТ, $x_k$ | Номинальные значения напряжения на выходе ПП в КТ (В) |
|--|-------------|----------|----------|---------------------------|---------------------------------------|---|
| Напряжение, соответствующее силе постоянного тока в цепях якоря электростартера в диапазоне от 0 до 300 А<br>(Параметр: $I_{гс}$ ) | А           | 0        | 300      | 6                         | 0; 60; 120; 180; 240; 300             | 0; 1; 2; 3; 4; 5                                      |

После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.9.3 Результаты поверки ИК силы постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с первичным преобразователем, погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах  $\pm 1\%$  от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.10 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора двигателя

8.10.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.10.2 Поверку электрической части ИК частоты вращения роторов выполнить в следующей последовательности:

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 19, для чего отсоединить кабель от первичного преобразователя и подключить калибратор Fluke 753. Места подключений указаны в Таблице Б1, Приложения Б.

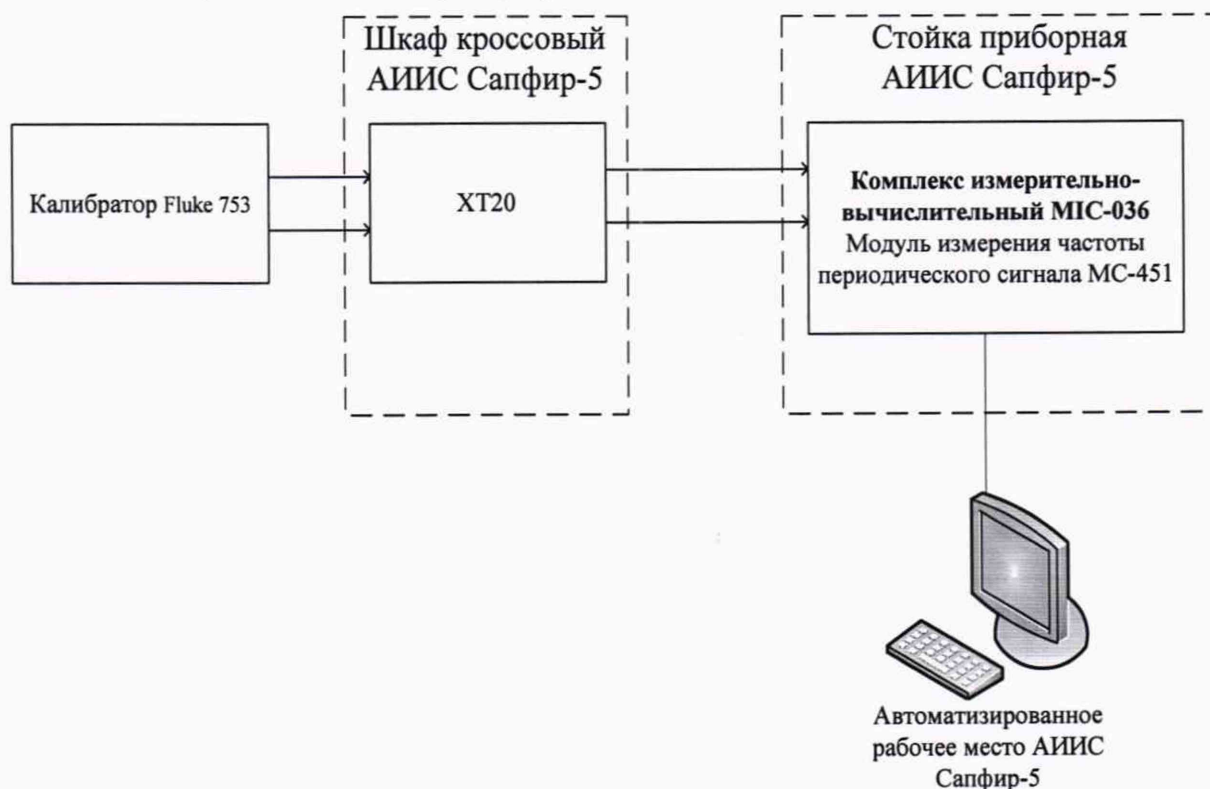


Рисунок 14 – Схема поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора двигателя

– Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого из указанных ИК установить значения в соответствии с Таблицей 7. *Ошибка! Не указано имя закладки.*



Таблица 7 – Контрольные точки измерения частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора двигателя

| Наименование ИК (измеряемого параметра)  | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, п | Номинальные значения частоты переменного тока в КТ, $x_k$ |
|--|-------------|----------|----------|---------------------------|---|
| Частота вращения ротора в диапазоне от 6000 до 60000 об/мин<br>(Параметры: $n_d$ ) | Гц          | 510,2    | 5102,0   | 6                         | 510,2; 1658,15;<br>2806,1; 3954,05;<br>5102               |

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 7 значениях частоты, провести поверку для определения максимальной погрешности измерений.

– Номинальные значения частоты вращения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерения частоты переменного тока (Гц).

– Амплитуду переменного тока установить равной 5 В.

– После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» определить максимальную приведенную погрешность измерений по формулам (1) и (4) в % к ВП ИК.

Результаты поверки ИК считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности частоты периодического сигнала находится в пределах  $\pm 0,1$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.11 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных преобразователей термоэлектрического типа ХА (К)

8.11.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.11.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 20, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор Fluke 753 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ. Места подключений указаны в таблице Б1, Приложения Б.



Рисунок 20 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных преобразователей термоэлектрического типа ХА (К)

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows.

Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК температуры газообразных сред с первичными преобразователями термоэлектрического типа установить значения в соответствии с Таблицей 8.

– Используя программу «Recorder» поочередно для ИК, указанных в Таблице 8, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения температуры в КТ исследуемого ДИ ИК установить с помощью калибратора напряжения постоянного тока (мВ). Напряжение постоянного тока, соответствующее номинальным значениям температуры, устанавливать по номинальной статической характеристике преобразователя ГОСТ Р 8.585-2001.

Таблица 8 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных преобразователей термоэлектрического типа ХА (К)

| Наименование ИК<br>(измеряемого параметра)   | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, n | Номинальные значения напряжения в КТ, $x_k$ |
|--|-------------|----------|----------|---------------------------|---|
| Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газов за турбиной от 0 до 900°C в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА(К)<br>(Параметры: $t^*m1-1$ , $t^*m1-2$ , $t^*m2-1$ , $t^*m2-2$ , $t^*m3-1$ , $t^*m3-2$ , $t^*m4-1$ , $t^*m4-2$ ) | мВ          | 0        | 37,326   | 6                         | 0; 7,34; 14,713; 22,35; 29,965; 37,326      |

– После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» для каждого ИК определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП по формулам (1) и (4).

8.11.3 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений каждого ИК находится в пределах  $\pm 0,3$  % от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока

8.12.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 21, для чего на вход ИК, вместо первичного преобразователя подключить источник питания АКИП-1102 и калибратор в режиме измерения напряжения постоянного тока.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder».

– При поверке ИК напряжение постоянного тока использовать метод сравнения. Для чего подавать с источника питания соответствии с Таблицей 9, а калибратором измерять поданное напряжение. Места подключения указаны в Таблице Б1, Приложения Б.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 9 значений провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений.

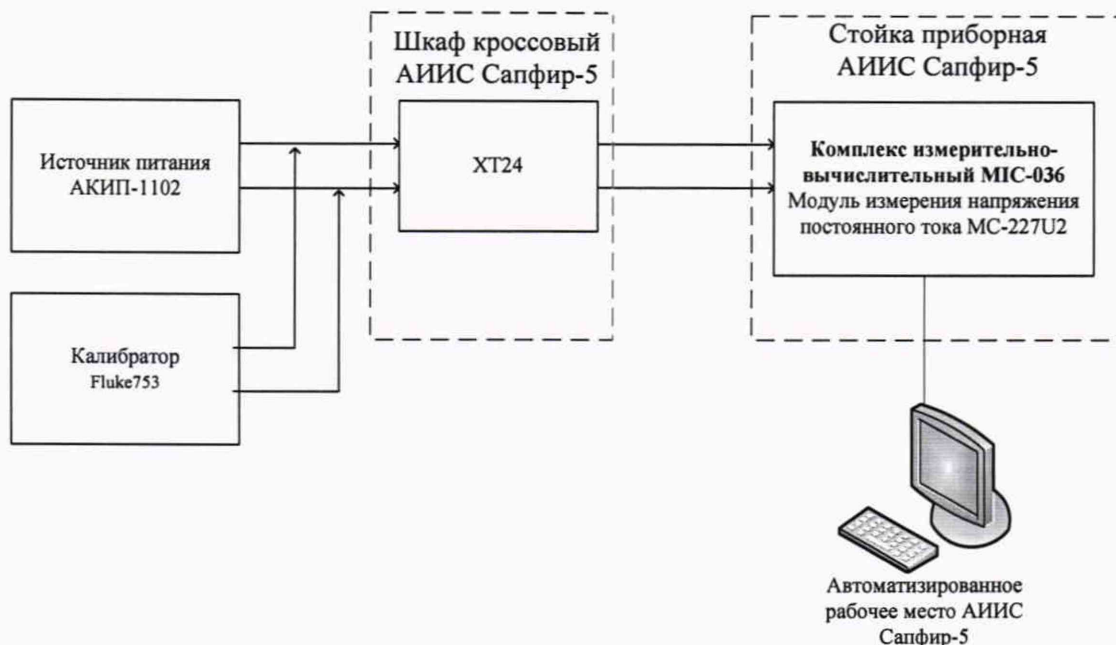


Рисунок 21 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

Таблица 9 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока

| Наименование ИК (измеряемого параметра)   | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, п | Номинальные значения напряжения в КТ |
|---|-------------|----------|----------|---------------------------|--------------------------------------|
| Напряжение постоянного тока на клеммах электростартёра<br>(Параметр: $U_{гс}$ ) | В           | 0        | 30       | 6                         | 0; 6; 12; 18; 24; 30                 |

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.12.2 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений ИК находится в допусках  $\pm 1\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.13 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока (количество ИК – 1)

8.13.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплексным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 22, для чего на вход ИК включить калибратор в режиме воспроизведения постоянного тока. Места подключения указаны в Таблице Б1, Приложения Б.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder».

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 10 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в миллиамперах в соответствии с Таблицей 10.

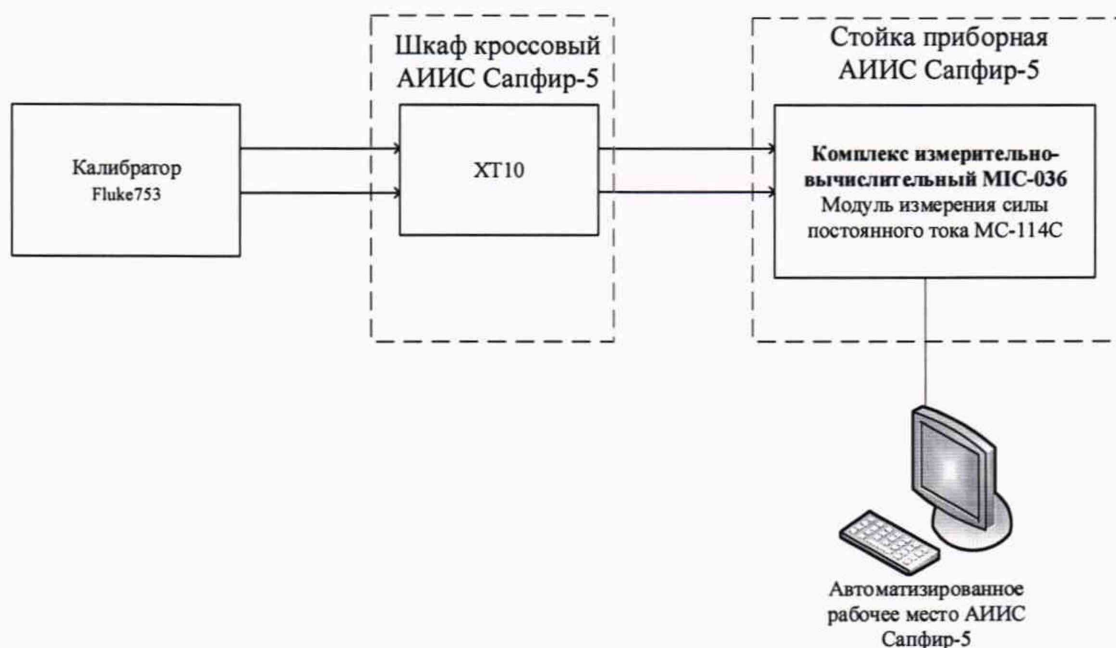


Рисунок 21 – Схема поверки ИК силы постоянного тока, соответствующей давлению

Таблица 10 – Контрольные точки измерения силы постоянного тока, соответствующей давлению

| Наименование ИК (измеряемого параметра)  | Размерность | НП ДИ ИК | ВП ДИ ИК | Количество КТ на ДИ ИК, п | Номинальные значения напряжения в КТ |
|--|-------------|----------|----------|---------------------------|--------------------------------------|
| Сила постоянного тока<br>(Параметр: Рул) | мА          | 4        | 20       | 5                         | 4; 8; 12; 16; 20                     |

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений  $\gamma$ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.13.2 Результаты поверки ИК силы постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 0,2\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Расчет характеристик погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений в  $j$ -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = A_j - A_{э}, \quad (1)$$

где  $A_{э}$  - значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

### 9.2 Определение относительной погрешности

Значение относительной погрешности измерений в  $j$ -той точке определить по формуле:

$$\delta_j = \pm \frac{\Delta A_j}{|A_j|} \cdot 100 \% \quad (2)$$

### 9.3 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности

Значения приведенной (к ДИ) погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jd} = \frac{\Delta A_j}{|P_j - P_i|} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где:  $P_j$  - значение верхнего предела измерений;

$P_i$  - значение нижнего предела измерений.

### 9.4 Расчет значений приведенной (к ВП) погрешности

Значения приведенной к верхнему пределу погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jb} = \frac{\Delta A_j}{|P_j|} \cdot 100 \% \quad (4)$$

### 9.7 Перевод абсолютной погрешности из электрических величин в физические.

Перевод осуществляется по формуле:

$$\Delta \phi = \pm \frac{ППВп - ППнп}{Авп - Анп} \cdot \Delta A_{max} \quad (5)$$

где:  $\Delta \phi$  – физическая величина абсолютной погрешности

Авп(Анп) – верхняя(нижняя) граница измерений электрических величин

ПВПп(ПВпнп) – верхняя(нижняя) граница измерений физических величин  
первичного измерительного преобразователя

$\Delta A_{max}$  – максимальная величина абсолютной погрешности, полученной в результате измерений электрических величин

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протокол поверки (Приложение А).

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, на верхний левый угол дверцы стойки приборной наносится знак поверки в виде наклейки.

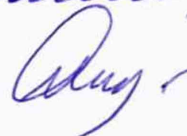
При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»



И.М. Каширкина

Ведущий инженер отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»



С.Н. Чурилов

Приложение А  
(обязательное)  
**Форма протокола поверки**

**Протокол**

поверки измерительного (ых) канала (ов) Системы

Дата: \_\_\_\_\_, время \_\_\_\_\_ :  
 Диапазон поверки: \_\_\_\_\_  
 Количество циклов: \_\_\_\_  
 Количество порций: \_\_\_\_  
 Размер порции: \_\_\_\_  
 Обратный ход: \_\_\_\_\_  
 Наименование эталона \_\_\_\_\_  
 Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_, влажность: \_\_\_\_\_ измерено: \_\_\_\_\_  
 Версия ПО "Recorder": \_\_\_\_\_  
 ПО "Калибровка" версия: \_\_\_\_\_

**Список контрольных точек.**

|          |   |   |   |      |   |
|----------|---|---|---|------|---|
| Точка №  | 1 | 2 | 3 | 4    | 5 |
| Значение |   |   |   |      |   |
| Точка №  | 6 | 7 | 8 | .... | n |
| Значение |   |   |   |      |   |

**Каналы:**

|  | Канал    | Описание | Част. дискр., Гц |
|--|----------|----------|------------------|
|  | Канал №1 |          |                  |
|  | Канал №2 |          |                  |

**Сводная таблица.**

|  | Эталон, | Измерено модулем |
|--|---------|------------------|
|  |         |                  |
|  |         |                  |
|  |         |                  |
|  |         |                  |
|  |         |                  |

S - оценка систематической составляющей погрешности, A - оценка случайной составляющей погрешности, H - оценка вариации, Dm - оценка погрешности (максимум).

Dr - относительная погрешность.

**Канал №1**

|  | Эталон | Измерено | S | A | Dm | Dr % |
|--|--------|----------|---|---|----|------|
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне: \_\_\_\_\_

Приведенная погрешность: \_\_\_\_\_ %.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция: Таблица линейной интерполяции.

|     |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|
|     |  |  |  |  |
| (x) |  |  |  |  |

Интерполяция за границами: есть.

**Канал №2**

|  | Эталон | Измерено | S | A | Dm | Dr % |
|--|--------|----------|---|---|----|------|
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |
|  |        |          |   |   |    |      |

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне:

Приведенная погрешность: %.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция: Таблица линейной интерполяции.

|     |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|
|     |  |  |  |  |
| (x) |  |  |  |  |

Интерполяция за границами: есть.

**Сводная таблица погрешностей**

De - приведенная погрешность, Dr - относительная погрешность, NI - оценка нелинейности.

|  | Канал    | De, % | Dr, % | NI, dB |
|--|----------|-------|-------|--------|
|  |          |       |       |        |
|  |          |       |       |        |
|  | Максимум |       |       |        |

**Допусковый контроль**

Допустимое значение приведенной погрешности: \_\_\_\_\_ %.

|  | Канал | SN | Результат |
|--|-------|----|-----------|
|  |       |    |           |

Поверку провел (а) \_\_\_\_\_



Приложение Б  
(справочное)  
Места подключения эталонов при поверке отдельных  
измерительных каналов

Таблица Б1 – Места подключения эталонов

| №   | Наименование канала   | Обозначение канала | Название прибора, шкафа | Название разъёма, клеммника | № контактов |      |
|-----|---|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|------|
|     |   |                    |                         |                             | +           | -    |
| 1.  | Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения ротора двигателя   | $n\partial$        | Шкаф кроссовый АИИС     | ХТ20                        | 1           | 4    |
| 2.  | Напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований первичных измерительных преобразователей термоэлектрического типа ХА (К) | $t^*m1-1$          | МПС-140                 | ХТ                          | +IN1        | -IN1 |
| 3.  |   | $t^*m1-2$          |                         |                             | +IN2        | -IN2 |
| 4.  |   | $t^*m2-1$          |                         |                             | +IN3        | -IN3 |
| 5.  |   | $t^*m2-2$          |                         |                             | +IN4        | -IN4 |
| 6.  |   | $t^*m3-1$          |                         |                             | +IN5        | -IN5 |
| 7.  |   | $t^*m3-2$          |                         |                             | +IN6        | -IN6 |
| 8.  |   | $t^*m4-1$          |                         |                             | +IN7        | -IN7 |
| 9.  |   | $t^*m4-2$          |                         |                             | +IN8        | -IN8 |
| 10. | Напряжение постоянного тока на клеммах электростартёра  | $U_{гс}$           | Шкаф кроссовый АИИС     | ХТ24                        | 1В          | 1Н   |
| 11. | Сила постоянного тока   | $P_{ул}$           |                         | ХТ10                        | 21          | 5    |